

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Объем, млн м ³ :	
полный.....	56,3
полезный.....	41,5
Отметка, м:	
ФПУ.....	154,26
НПУ.....	154,0
УМО.....	151,5
Глубина при НПУ, м:	
максимальная.....	5,4
средняя.....	2,7

5.6. Водохозяйственный баланс водохранилища Селец

Расчет водохозяйственного баланса – необходимое условие рационального использования водных ресурсов и хозяйственной деятельности.

Водохозяйственный баланс выясняет доступные к использованию водные ресурсы; подтверждает возможность удовлетворить ими намечаемое развитие хозяйства или указывает на исчерпание (дефицит) водных ресурсов; устанавливает принципиальный состав водохозяйственных мероприятий по покрытию (сведению) дефицитов воды при различных вариантах размещения водоемких потребителей: регулировании стока водохранилищами, привлечении вод из других бассейнов и др.; определяет, в некоторых случаях, свободный объем воды, оставшийся в реке для использования его за пределами рассматриваемой территории [212].

Водохозяйственный баланс водохранилищ состоит из приходной и расходной частей.

Приходная часть баланса включает такие элементы, как:

- естественный поверхностный сток $Q_{в}$;
- доля эксплуатационных расходов подземных вод, которая гидравлически не связана с поверхностными, $Q_{п}$;
- возвратные, дренажные, шахтные и сточные воды, поступающие в реку в пределах бассейна или его участка $Q_{д}$;
- воды, перебрасываемые из других бассейнов, $Q_{пер}$;
- объемы сработки водохранилищ за расчетные интервалы времени $Q_{в-щ}$.

Эти объемы включаются затем в расходную часть баланса в период наполнения водохранилища или в приходную часть со знаком минус.

Расходная часть баланса обычно содержит такие элементы, как:

- воды, забираемые из реки выше створа на орошение, подпитку озер, а также на коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение (за вычетом возвратного расхода, если водоотведение производится выше створа), $Q_{заб}$;
- воды, перебрасываемые в другие бассейны $Q_{пер}$;
- потери воды на дополнительное испарение с водохранилищ и прудов $Q_{исп}$;

– потери речного стока, вызванные забором дренируемых подземных вод $Q_{\text{подз}}$;

– расходы попусков воды ниже расчетного створа $Q_{\text{поп}}$.

Попуски необходимы для нормальной работы водозаборов, поддержания санитарного состояния реки, обеспечения судоходства, а в некоторых случаях – обводнения пойм и нерестилищ.

Таким образом, уравнение водохозяйственного баланса в общем виде можно представить выражением [179]

$$Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}} + Q_{\text{д}} + Q_{\text{пер}} \pm Q_{\text{в-щ}} - Q_{\text{заб}} - Q_{\text{пер}} - Q_{\text{исп}} - Q_{\text{подз}} - Q_{\text{поп}} \left\{ \begin{array}{l} > \\ = \\ < \end{array} \right\} 0. \quad (5.3)$$

Большая часть расходной составляющей формируется специальными попусками (расходами) воды ниже створа разработки баланса. Значения этих расходов воды устанавливаются в соответствии с выявленными требованиями различных водопользователей к водным ресурсам реки ниже расчетного створа.

В настоящее время достаточно четкие требования к расходам попусков установлены только для судоходства и сельского хозяйства. В то же время каких-либо однозначных приемов установления экологических (природоохранных) попусков пока нет. Следует отметить, что при составлении балансов нет единого подхода к статьям приходной и расходной его частей; здесь необходимо учесть все объемы забора воды выше рассматриваемого створа, а также объемы необходимых попусков ниже створа.

Расчет водохозяйственных балансов производится в табличной форме в условиях стока разной водности, как правило, 50,0, 75,0, 90,0 и 95,0 %-ной обеспеченности (по стоку).

Колебания стока внутри года и сезонная неравномерность водопользования обуславливают необходимость составления балансов по интервалам времени, в пределах которых этими изменениями можно пренебречь. Чаще всего, можно ограничиваться декадными интервалами в период половодья и месячными интервалами – в период межени.

Для сохранения в расчетах реальных соотношений водности в различных частях бассейна рекомендуется составлять балансы для годового и сезонного стока в замыкающем створе и в устьях крупных притоков. Баланс составляется для конкретных лет, близких по водности к году расчетной обеспеченности. При таком подходе, позволяющем автоматически учесть распределение стока между реками и участками рек бассейна, может оказаться необходимым предварительно рассмотреть 5–8 характерных по водности лет с различным внутригодовым и внутрибассейновым распределением стока, выбрав наиболее неблагоприятные из них (с наибольшими дефицитами воды).

Во избежание занижения доступных к использованию водных ресурсов, сток рек за характерные годы, принятые в качестве расчетных, следует приво-

дить к естественным условиям, увеличивая его на объем безвозвратного водопотребления выше рассматриваемого створа, имевшего место в этот год.

Водохозяйственные балансы составляют чаще всего для условий водохозяйственного года (с начала половодья до конца зимней межени) в млн м³.

По итогам водохозяйственных балансов для некоторого расчетного уровня можно выделить следующие случаи [154–157].

1. Положительный баланс, когда для всех расчетных интервалов времени объем приходной части баланса больше расходной части и дополнительных водохозяйственных мероприятий на данном уровне не требуется. При этом складывающийся избыток водных ресурсов в регионе позволяет осваивать новые виды водопользования, не ущемляя существующие.

2. Увязанный баланс, при котором наблюдается динамическое равновесие между приходной и расходной частями баланса. В этом случае для развития водозабора необходимо проведение специальных водохозяйственных мероприятий по изысканию дополнительных водных ресурсов внутри региона или осуществление переброски вод извне.

3. Отрицательный баланс, когда наличные водные ресурсы региона недостаточны для удовлетворения потребности в воде с необходимой степенью обеспеченности, включая требования к расходам воды ниже створа разработки баланса.

На основании общей оценки водохозяйственного баланса Ясельды 2001–2012 гг. наблюдается уменьшение приходной части баланса в сравнении с возросшей расходной частью, что приводит к отрицательному балансу. В этом случае необходимы следующие мероприятия:

– при дефиците воды в отдельные расчетные интервалы времени и отсутствии его в годовом балансе маловодного года возникает необходимость проведения сезонного регулирования стока водохранилищем, т. е. перераспределения стока из многоводного сезона (половодье) на межень;

– отсутствие дефицита стока лишь в балансе среднего по водности года ведет к необходимости проведения многолетнего регулирования стока или привлечения дополнительных источников;

– дефицит в балансе среднего по водности года может быть устранен только путем привлечения в рассматриваемый бассейн вод извне.

Таким образом, для обеспечения экологической безопасности и экономической целесообразности эксплуатации бассейна реки в целом и вдхр. Селец в частности необходимо выполнить оценку водных ресурсов с учетом современного изменения климата, возросшей нагрузки на рыбоводческие пруды, влияния созданных заповедных территорий, возросшей антропогенной нагрузки в виде сброса сточных вод и требуемой чистой воды для их разбавления. Полученные данные позволят оптимизировать водохозяйственный баланс реки, в полной мере учесть потребности всех участников водохозяйственного комплекса.

Для ликвидации выявленных дефицитов стока намечают водохозяйственные мероприятия (регулирование стока, подача его из смежных бассейнов), достаточность которых проверяют повторным воднобалансовым расчетом. На основании отрицательного водохозяйственного баланса может быть сделан вывод о необходимости ограничения роста водопотребления, т. е. об отказе от развития в бассейне той или иной водоемкой отрасли.

Сведение водохозяйственных балансов бассейнов в обозримой и особенно отдаленной перспективах возможно за счет форсирования таких основных мероприятий, как: экономное использование водных ресурсов и научно обоснованное снижение норм водопотребления; строительство гидроузлов с крупными водохранилищами, регулирующими речной сток в соответствии с заданным режимом водопотребления и т. д.

В данном случае в бассейне Ясельды балансовые участки привязаны к относительно крупным населенным пунктам. Это связано с отсутствием крупных локально сосредоточенных и обособленных потребителей водных ресурсов. Таким образом, получается шесть балансовых участков (рис. 5.7). В том числе, по нашему мнению, следует выделить в отдельный балансовый участок верховье Ясельды (выше вхр. Селец), так как данная территория имеет особую ландшафтную структуру и экологическое значение (охранная зона Национального парка «Беловежская пуща»).

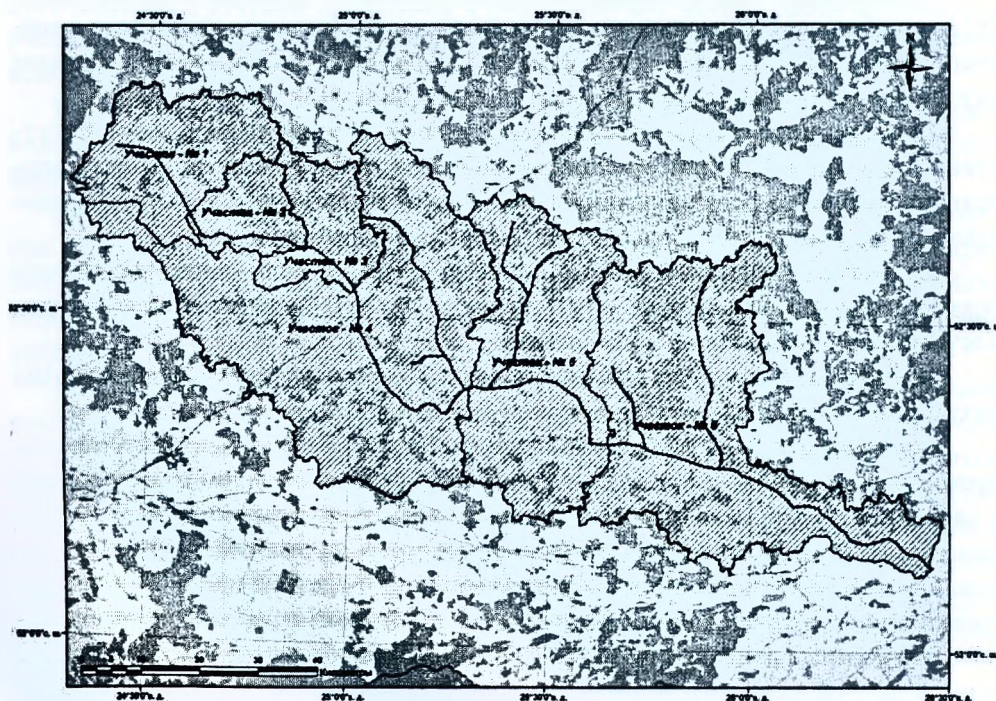


Рис. 5.7. Карта водосбора бассейна Ясельды с указанием воднобалансовых участков

Выделение бассейновых участков производили на основе анализа ДЕМ водосборной территории и карты суммарного поверхностного стока. Кроме того, для отдельных участков проводили уточнение границ балансовых участков с целью учета трансформации границ водосбора за счет строительства открытых каналов и переброски водных ресурсов с соседних водосборов. Наибольшее внимание предъявляли к водохозяйственным участкам № 1–3 в пределах вдхр. Селец. В результате была составлена схема водохозяйственных участков и определены их основные характеристики – площадь и периметр (табл. 5.19).

Таблица 5.19. Топографические характеристики водохозяйственных участков Ясельды

Номер участка	Площадь участка, км ²	Периметр участка, км
1	542	144
2	225	79
3	296	118
4	1878	351
5	1050	208
6	1584	334

Методические основы водохозяйственного баланса вдхр. Селец. В соответствии с ТКП 17.06-02-2008 схемы комплексного использования водных ресурсов разрабатываются для оценки предельной антропогенной нагрузки на водные экосистемы при удовлетворении потребностей водопользователей. В основе любой схемы комплексного использования водных ресурсов лежит водохозяйственный баланс. В настоящее время подходы составления водохозяйственного баланса определены ТПК 17.06-03-2008. В соответствии с данным нормативно-техническим документом основное уравнение представлено в виде

$$B = W_{\text{вх}} + W_{\text{бок}} + W_{\text{вв}} + W_{\text{еe}} + W_{\text{доп}} \pm \Delta V - W_{\text{исп}} - W_{\text{ф}} - W_{\text{y}} - W_{\text{пер}} - W_{\text{вдп}} - W_{\text{кп}}, \quad (5.4)$$

где B – результирующая водохозяйственного баланса на водохозяйственном участке; $W_{\text{вх}}$ – объем стока, поступающий за расчетный период с вышележащих участков рассматриваемого водного объекта; $W_{\text{бок}}$ – объем воды, формирующийся за расчетный период на расчетном водохозяйственном участке (боковая приточность); $W_{\text{вв}}$ – объем водозабора из подземных водных объектов, осуществляемый в порядке, установленном законодательством; $W_{\text{еe}}$ – возвратные воды на водохозяйственном участке: подземные и поверхностные воды, сточные и (или) дренажные воды, отводимые в водные объекты; $W_{\text{доп}}$ – дотационный объем воды, поступающий на водохозяйственный участок из систем территориального перераспределения стока (межбассейновые и внутрибассейновые переброски); ΔV – сработка или наполнение прудов и водохранилищ на расчетном водохозяйственном участке; $W_{\text{исп}}$ – потери на дополнительное испаре-

ние с акватории водоемов; W_{ϕ} – фильтрационные потери из водохранилищ, каналов, других поверхностных водных объектов в пределах расчетного водохозяйственного участка; W_y – уменьшение речного стока, вызванное водозабором из подземных водных объектов, имеющих гидравлическую связь с рекой; $W_{\text{пер}}$ – переброска части стока (объема воды) за пределы расчетного водохозяйственного участка; $W_{\text{вдп}}$ – суммарные требования всех водопользователей данного расчетного водохозяйственного участка; $W_{\text{кп}}$ – требуемая величина стока в замыкающем створе расчетного водохозяйственного участка (транзитный сток или комплексный попуск, в котором суммированы санитарно-экологические и хозяйственные попуски).

При составлении водохозяйственного баланса предусматривается многовариантная его проработка [191].

Попуски необходимы для нормальной работы водозаборов, поддержания санитарного состояния реки, обеспечения судоходства, а в некоторых случаях – обводнения пойм и нерестилищ. В данном случае попуски в нижний бьеф поддерживают нормальные санитарно-экологические условия на реке, а также в период весеннего половодья обеспечивают затопление пойменных территорий («Споровский биологический заказник»). В соответствии с корректировками правил эксплуатации водохозяйственного комплекса «Селец» (проект «Реализация первоочередных планов управления ключевыми низинными болотами Беларуси» (ВУЕ 02/001 ВЛ21/02)) предусматриваются попуски в размере 6,83 млн м³ в год 75 %-ной обеспеченности, а в очень маловодные годы – не предусматриваются.

В ходе проектирования водохозяйственного комплекса «Селец» специалистами института «Белгипроводхоз» выполнены водохозяйственные расчеты, дана оценка водных ресурсов, объемов водопотребления, обоснованы технические решения по эксплуатации водохранилища [125, 126]. Для определения естественного притока к водохранилищу использованы наблюдения за стоком Ясельды на гидрологических постах д. Хорева и г. Березы, площадь водосбора до которых равна 589 и 1035 км² соответственно.

Внутригодовое распределение естественного притока к водохранилищу в маловодные годы 75,0 и 90,0 %-ной вероятности превышения принято по аналогии с распределением стока Ясельды у г. Березы, которое, в свою очередь, выполнено методом компоновки с выделением весеннего (II–V месяцы) и летнего (VI–VIII месяцы) лимитирующих сезонов (табл. 5.20).

Таблица 5.20. Объемы притока к водохранилищу, млн м³

Расчетный период	Объем притока к водохранилищу с вероятностью превышения	
	25,0 %-ной	75,0 %-ной
Маловодный (11.VI–31.I)	56,3	21,4
Многоводный (01.II–10.VI)	71,0	46,2

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Наивысшим в году по всему объему притока, так же как и по максимальным расходам, является весеннее половодье.

Внутригодовое распределение годового стока рассчитано по среднему году на маловодной трети ряда наблюдений. Распределение стока по месяцам Ясельды в створе плотины вдхр. Селец в маловодные годы 75,0 и 90,0 %-ной вероятности превышения приведено в табл. 5.21. Распределение принято с учетом лимитирующего месяца. Среднемесячный расход минимального по стоку месяца равен 0,42 м³/с, 90,0 %-го – 0,26 м³/с.

Таблица 5.21. Распределение стока Ясельды в створе вдхр. Селец, м³/с

Обеспеченность, %-ная	Месяц												Год
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
75,0	1,12	1,68	2,91	3,89	2,03	1,74	4,63	7,89	2,42	1,18	0,6	0,42	2,54
90,0	0,89	1,33	2,31	3,09	1,62	1,38	3,69	6,29	1,93	0,97	0,51	0,26	2,02

Водопотребление из вдхр. Селец состоит из сельскохозяйственного водоснабжения, водопотребления на увлажнение сельскохозяйственных угодий и водопотребление рыбного хозяйства «Селец». Сельскохозяйственное водоснабжение в водосборе Ясельды до створа плотины вдхр. Селец осуществляется за счет отбора как подземных (основной объем отбора), так и поверхностных вод. В связи с тем, что подземные воды в рассматриваемом районе имеют гидравлическую связь с поверхностными, отбор подземных вод рассматривался как поверхностный водозабор. С целью упрощения расчетов весь объем водозабора, распределенный по длине Ясельды до створа плотины, отнесен к водохранилищу и приведен в табл. 5.22.

Водопотребление на увлажнение сельскохозяйственных угодий складывается из водопотребления на подпочвенное увлажнение шлюзованием и орошение дождеванием. При этом часть водных ресурсов подается в кан. Винец для последующего увлажнения земель в водосборе Днепроовско-Бугского канала.

Водопотребление на увлажнение сельхозугодий по мелиоративным системам, исходя из принятых согласно рекомендациям норм и структуры площадей, приведено для 75,0 и 90,0 %-ной обеспеченности (см. табл. 5.22).

Таблица 5.22. Объем водозабора из вдхр. Селец, млн м³

Обеспеченность, %-ная	Месяц				Год
	V	VI	VII	VIII	
75,0	<u>3.54</u>	<u>8.04</u>	<u>7.71</u>	<u>4.30</u>	<u>23.59</u>
	2,13	5,68	6,39	3,55	17,75
90,0	<u>2.51</u>	<u>5.70</u>	<u>5.47</u>	<u>3.16</u>	<u>16.84</u>
	1,51	4,04	5,53	2,61	12,68

Примечание: в числителе – объем воды на увлажнение сельхозугодий, в знаменателе – подача воды в кан. Винец.

Таблица 5.23. Водопотребление рыбхоза «Селец», млн м³

Обеспеченность, %-ная	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
75,0	2,95	2,79	19,54	7,12	8,20	4,38	4,42	4,95	5,62	12,64	2,43	2,03	77,12
90,0	3,42	3,16	20,67	8,91	8,91	4,84	4,88	5,29	6,04	13,10	3,13	2,94	85,34

Водопотребление рыбхоза по месяцам определено для лет 75,0 и 90,0 %-ной вероятности превышения, исходя из параметров прудов рыбхоза и принятого режима эксплуатации, приведено в табл. 5.23.

В связи с тем, что потребность в воде рыбхоза частично удовлетворяется за счет притока с собственного водосбора площадью 225 км², произведен расчет водопотребления рыбхоза непосредственно из вдхр. Селец как разность между общим водопотреблением и естественным притоком. Естественный приток к прудам рыбхоза определен как часть боковой приточности Ясельды на участке д. Хорева – г. Береза. Сток боковой приточности, представляющий приращение стока на участке от д. Хорева до г. Березы, пересчитан по соотношению площадей на водосбор рыбхоза и составляет: 0,48 м³/с в год – 75,0 %-ной вероятности превышения; 0,25 м³/с в год – 90,0 %-ной вероятности превышения.

Вдхр. Селец запроектировано на полную емкость – 56,3 млн м³, с отметкой НПУ – 154,0 м.

В годовом разрезе режим работы водохранилища подразделяется на два этапа: наполнение и сработку.

Режим наполнения и пропуск весеннего половодья намечаются, исходя из прогнозируемого объема весеннего стока. Наполнение водохранилища начинается еще в осенний период подачи части воды от опорожнения прудов рыбхоза посредством насосной станции производительностью 4,4 м³/с.

Пропуск паводковых вод осуществляется через паводковый водосброс, максимальная пропускная способность которого 62,2 м³/с. При необходимости увеличения сбросного расхода сверх пропускной способности паводкового водосброса пропуск паводка начинает осуществляться одновременно через ВЗ-1, максимальная пропускная способность которого 30 м³/с, и ВЗ-2, максимальная пропускная способность которого 16 м³/с.

С начала половодья производится заполнение нагульных прудов рыбхоза расходами до 46 м³/с. Одновременно без холостых сбросов заполняется водохранилище расходами притока, превышающими расход забора воды в нагульные пруды. При повышении уровня воды в водохранилище до отметки 153,0 (1,0 м ниже НПУ), его заполнение продолжается с одновременным сбросом. После прохождения пика половодья водохранилище, если оно не заполнено, заполняется до нормального подпорного уровня.

Водопотребление на увлажнение угодий складывается из водопотребления на подпочвенное увлажнение шлюзованием и орошение дождеванием. При этом часть водных ресурсов подается в кан. Винец для последующего увлажнения

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

земель в водосборе Днепровско-Бугского канала. Нормы водопотребления на увлажнение сельхозугодий мелиоративных систем были рассчитаны научно-исследовательским институтом мелиорации.

Обобщенные водохозяйственные балансы поступления и расходования воды в водохранилище приведены в табл. 5.24.

Таблица 5.24. Водохозяйственный баланс вдхр. Селец в маловодный год 75,0 %-ной обеспеченности, млн м³

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Естественный приток</i>												
2,89	4,49	7,54	10,42	5,45	4,25	12,42	20,44	6,49	3,05	1,60	1,12	80,16
<i>Изменение стока на водосборе</i>												
0,40	-0,32	-	-	-	-	-4,77	-6,36	-1,06	-1,16	0,2	0,82	-12,25
<i>Проектный приток</i>												
3,29	4,17	7,57	10,42	5,45	4,25	7,65	14,08	5,43	1,89	1,80	1,94	67,91
<i>Сельскохозяйственное водоснабжение</i>												
0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	1,62
<i>Водопотребление рыбхоза</i>												
5,54	10,91	2,29	1,88	2,80	2,66	18,6	6,88	7,91	4,11	4,14	4,67	72,39
<i>Увлажнение сельскохозяйственных угодий</i>												
-	-	-	-	-	-	-	-	3,54	8,04	7,71	4,30	23,59
<i>Подача воды в кан. Винец</i>												
-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	5,68	6,39	3,55	17,75
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,10	0,17	0,22	0,33	0,42	0,43	0,43	0,40	0,46	0,38	0,25	0,11	3,70
<i>Потери на испарение</i>												
0,29	0,38	-	-	-	-	-	-	0,78	1,23	0,90	1,06	4,64
<i>Итого водопотребление</i>												
6,06	11,60	2,64	2,35	3,36	3,21	19,17	7,41	14,96	19,57	19,53	132,83	123,7
<i>Наполнение (+), сработка (-) водохранилища</i>												
8,55	2,15	7,37	10,62	4,64	3,37	-9,81	10,04	-1,0	-11,2	-15,3	-9,47	+45,7
<i>Объем воды в водохранилище</i>												
22,35	24,50	31,87	42,49	47,13	50,5	40,69	50,73	49,73	38,58	23,27	13,8	-
<i>Площадь зеркала водохранилища</i>												
1500	1580	1720	1930	1980	2025	1910	2020	200	1850	1550	1170	-
<i>Уровень воды в водохранилище ниже НПУ, м</i>												
1,9	1,7	1,3	0,6	0,4	0,2	0,7	0,3	0,3	0,9	1,8	2,5	-
<i>Водоотведение рыбхоза «Селец»</i>												
11,53	16,96	4,68	3,8	3,8	3,44	4,87	4,86	8,86	6,78	3,46	9,08	82,12
<i>Подача воды насосной станцией</i>												
11,31	9,58	2,47	2,55	2,55	2,33	1,71	3,37	8,53	5,53	2,42	2,42	54,78
<i>Сток Ясельды ниже гидроузла</i>												
0,31	7,55	2,43	1,58	1,97	1,54	3,59	1,89	1,63	1,29	6,77	31,34	-
<i>Изменение стока в створе г. Березы</i>												
-3,11	+2,2	-6,5	-10,8	-4,48	-3,49	-11,1	-22,3	-6,90	-1,98	-0,6	+5,4	-63,56

В настоящее время водохозяйственный комплекс не эксплуатируется в проектном режиме, что объясняется как изменением общей экологической ситуации в регионе, так и пришедшими в неисправность гидротехническими сооружениями. Наиболее значимые несоответствия реального и проектного режима эксплуатации состоят в следующем:

– на водопотребление рыбхоза затрачивается почти в 2,0 раза меньше воды, чем предусмотрено Правилами. По данным расчетов реальный объем водопотребления составляет 20,36 млн м³, а водоотведение – 14,19 млн м³;

– насосная станция, которая должна откачивать воду из рыбхоза в водохранилище при опорожнении прудов, в настоящее время не работает;

– обследование водохранилища показало, что водосбросное сооружение (паводковый водосброс) не работает вследствие неисправности, а сток из водохранилища полностью направляется в водозаборные сооружения рыбхоза.

В проекте существенно завышены данные о водопотреблении на орошение дождеванием и увлажнение шлюзованием сельскохозяйственных угодий (по данным эксплуатирующей организации Березовской ПМС). Подача воды в водосбор кан. Винец вообще не производилась.

Таким образом, полезная емкость вдхр. Селец использовалась не полностью, а уровни воды в нем колебались на уровне НПУ.

Расчет водохозяйственного баланса Ясельды с учетом изменяющихся условий хозяйствования ОАО «ОРХ «Селец». Вышесказанное подводит к необходимости обоснования предельных объемов стока для Ясельды. С позиции наибольших заборов воды рыбхозом «Селец» и сброса сточных вод в пределах г. Березы, наиболее экологически напряженным можно рассматривать участок реки от створа вдхр. Селец до автомобильной дороги Брест–Минск–граница Российской Федерации (М1). Для данного участка и будем в дальнейшем анализировать параметры минимально допустимого (экологического) стока.

Наблюдения за стоком Ясельды вели на двух гидрометрических постах: д. Хорева – с 1972 по 1991 г.; р. Ясельда – г. Береза – с 1929 г. по настоящее время с перерывом в 11 лет (1934–1945 гг.).

Для уточнения стока Ясельды в створе водохранилища выполнены гидрологические исследования. Оценку расходов различной обеспеченности выполняли по гидрометрическому посту р. Ясельда – г. Береза. Так как на итоговый годовой сток в данном створе не оказывает значимого влияния водохранилище внутри сезонного регулирования, среднегодовой расход можно рассматривать как естественный сток. При этом восстановление данных наблюдений не требуется и для анализа используется весь доступный ряд наблюдений (1945–2013 гг.). Анализ однородности подтвердил выдвинутую гипотезу.

Для переноса характеристик стока на исследуемый створ необходимо вычислить модули стока различных обеспеченностей. Основной характеристикой, определяющей объем стока, является площадь водосбора. Площадь водосбора в трех створах вычисляли на основе цифровой модели рельефа (DEM)

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

и алгоритма анализа структуры поверхностного стока. В данном случае анализировали только поверхностный сток, так как в большинстве случаев для крупных водосборов грунтовый сток копирует поверхностный. Для работы алгоритма был выполнен анализ замкнутых локальных понижений рельефа. Выявленные локальные понижения «раскрывались» в направлении генерального рельефа. Таким образом, нами была получена карта водосборных площадей.

На основе вычисления геометрии водосборов были определены значения их площадей. Площадь водосбора в створе д. Хорева составила 663 км², в створе вдхр. Селец – 858, в створе гидрометрического поста г. Береза – 1131 км². Полученные водоразделы анализировали на предмет переброски стока за счет мелиоративных каналов. Было выделено несколько участков с незначительным изменением водораздела, однако суммарная площадь данных участков составила менее 0,5 % от площади водосбора данной реки в створе д. Хорева. В связи с этим дальнейшие расчеты проводили с использованием полученных площадей водосборов. Значения модулей стока в створах д. Хорева и г. Березы приведены в табл. 5.25, а на их основе вычислен среднегодовой сток в створе рассматриваемого водохранилища. Как видно из данной таблицы, модули стока по постам г. Береза и д. Хорева значительно отличаются, это связано с различиями в формировании стока. Река Ясельда в створе д. Хорева близка к малым рекам и имеет более высокие модули стока. В этой связи для оценки стока в створе водохранилища в дальнейшем будем использовать данные наблюдений по гидрометрическому посту в г. Березе.

Таблица 5.25. Расходы Ясельды различной обеспеченности в створе водохранилища

Обеспеченность, %-ная	Среднегодовой расход, м ³ /с		Модуль стока, л/(с·км ²)			Среднегодовой расход, м ³ /с
	г. Береза	д. Хорева	г. Береза	д. Хорева	вдхр. Селец	вдхр. Селец
5,0	7,63	5,02	6,742	7,930	6,742	5,78
25,0	5,50	3,92	4,863	6,193	4,863	4,17
50,0	4,42	3,27	3,908	5,166	3,908	3,35
75,0	3,57	2,69	3,156	4,250	3,156	2,71
90,0	3,00	2,25	2,648	3,555	2,648	2,27
95,0	2,71	2,02	2,396	3,191	2,396	2,06
97,0	2,55	1,87	2,255	2,954	2,255	1,93
99,0	2,30	1,62	2,034	2,559	2,034	1,74

Суммарные требования всех водопользователей данного расчетного водохозяйственного участка включают непосредственно водоснабжение рыбхоза и обеспечение увлажнения сельскохозяйственных угодий.

Уточненные значения водопотребления рыбхоза в соответствии с «Правилами эксплуатации водохранилища “Селец” Березовского района Брестской области» (ПЭВ «Селец» 2006) приведены в табл. 5.26.

Таблица 5.26. Объем подачи воды из водохранилища в рыбхоз «Селец», млн м³

Обеспеченность, %-ная	Месяц											Год	
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII		VIII
75,0	2,21	3,36	1,59	1,08	2,15	2,09	11,7	14,01	9,14	5,44	5,67	4,78	63,22
90,0	2,73	3,9	2,4	2,14	2,71	2,52	9,77	13,29	8,35	4,46	4,59	4,56	61,42

Сопоставление данных учета объема водозабора из водохранилища за 2011–2014 гг. показывает, что годовой объем забора воды для всех рассматриваемых лет меньше расчетного значения при 75,0 %-ной обеспеченности и только при 90,0 %-ной обеспеченности в 2012 г. присутствует незначительное превышение потребления в размере 1,66 млн м³. Рассматриваемый период с позиции водности имеет обеспеченность: в 2011 г. – 11,0 % (очень многоводный год); в 2012 г. – 50,0 (средний год); в 2013 г. – 27,0 (многоводный год); в 2014 г. – 34,0 % (многоводный год). Потребление за 2011–2014 гг. не имеет устойчивой структуры. В среднем объем забора составляет менее половины естественного притока Ясельды (рис. 5.8).

В среднем разность объемов заборов и сбросов воды за данный период составила 9 млн м³, а потери на испарение воды с прудов рыбхоза для года 75,0 %-ной обеспеченности – 5,01 млн м³. На территории рыбхоза, на основании ПЭВ «Селец» 2006, формируется приток в объеме 17,35 млн м³, что в полной мере покрывает дополнительное испарение. Расчетная величина разности объема забора и объема отводимых водных ресурсов с учетом перекачки воды насосной станцией составляет 10,02 млн м³ (год 75,0 %-ной обеспеченности). Таким образом, остаются неизвестными причины практически двукратного расхождения натуральных и проектных данных.

Рассматривая внутригодовую структуру водопотребления, наиболее значительно проявляются превышения забора воды по сравнению с расчетными в ноябре и декабре. Это связано с подготовкой к зимовке на прудах рыбхоза. В большинстве случаев данный период с экологической точки зрения не является лимитирующим, так как в это время биологические процессы в водоемах замедляются.

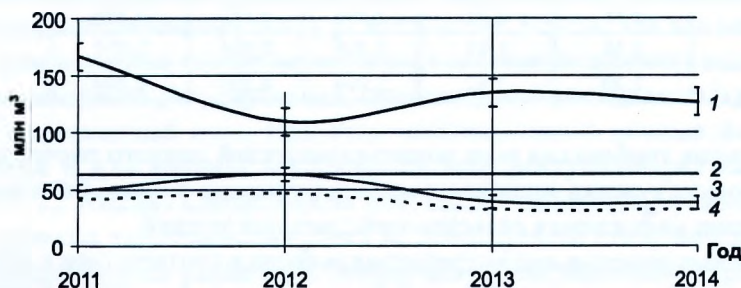


Рис. 5.8. Динамика объемов забора воды из водохранилища на фоне естественного притока: 1 – естественный приток; 2 – ПЭВ «Селец» 2006; 3 – забор воды; 4 – сброс воды

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Таким образом, рассматривая данные реального забора воды из водохранилища и расчетные значения, можно сделать вывод, что оценка потребности в воде рыбхозом выполнена верно. В дальнейшем для составления водохозяйственного баланса будем использовать как расчетные величины водопотребления, так и наблюдаемые.

Потребность воды для целей сельскохозяйственного водоснабжения связана с необходимостью проведения подпочвенного увлажнения сельскохозяйственных угодий. В настоящее время экономически доказана низкая эффективность увлажнения пропашных культур, которые являются основной группой возделываемых культур в аграрном секторе данного региона. Таким образом, видится рациональным использование водных ресурсов вдхр. Селец для увлажнения только при наличии профицита текущего водного баланса (табл. 5.27). Как и в случае попусков в нижний бьеф для нужд заказчика, подача воды на увлажнение будет рассматриваться в одном из вариантов водохозяйственного баланса.

Таблица 5.27. Объем подачи воды из вдхр. Селец для водоснабжения и увлажнения, 2006 г., млн м³

Месяц												Год	
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
<i>Сельскохозяйственное водоснабжение</i>													
0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	1,62	
<i>Увлажнение сельскохозяйственных угодий</i>													
-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,29	0,33	0,18	0,91	

Основная доля потерь воды на фильтрацию формируется за счет фильтрации через тело плотины. Для их оценки будем рассматривать фильтрацию через однородную плотину на водопроницаемом основании.

Потери воды на испарение определяли на основе формулы для водохранилища с площадью поверхности более 100 м². Для оценки потерь воды на испарение выполнили анализ изменения температур воды в Ясельде. Продолжительность временного ряда наблюдений за среднемесячными температурами воды составила 6 лет, что не позволяло выполнить оценку испарения с водной поверхности с достаточной точностью. Для повышения точности оценок было решено продлить данные наблюдения за температурой воды по температуре атмосферного воздуха с использованием статистических регрессионных зависимостей.

На основе данных по температуре воды и воздуха, относительной влажности воздуха и скорости ветра выполнили оценку испарения с водной поверхности за период с 1973 по 2013 г. [220, 223, 224], что позволило оценить параметры функции распределения случайной величины испарения со свободной поверхности. Расчетные величины приведены в табл. 5.28. Также была класси-

Таблица 5.28. Испарение с водной поверхности

Надежность, %-ная	Испарение с водной поверхности, мм	Надежность, %-ная	Испарение с водной поверхности, мм
5,0	588	55,0	737
10,0	616	60,0	749
15,0	635	65,0	761
20,0	651	70,0	775
25,0	665	75,0	790
30,0	678	80,0	807
35,0	690	85,0	827
40,0	702	90,0	853
45,0	713	95,0	894
50,0	725	–	–

фицирована внутригодовая структура испарения для маловодного и очень маловодного года.

Для водохранилищ со сроком эксплуатации более 15 лет потери на фильтрацию из водохранилища снижаются примерно в 2,0 раза [165]. Снижение коэффициента фильтрации происходит в связи с кальматацией песчаных пород. Расчетная величина потерь на фильтрацию определяется по формуле

$$W_{\phi} = k_{\phi} \frac{H_1^2 - H_2^2}{2(L_{\text{ур}} + 0,4H_1)} L_{\text{плот}} t, \quad (5.5)$$

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации; H_1, H_2 – возвышение уровня воды верхнего и нижнего бьефов над водоупором соответственно, м; $L_{\text{ур}}$ – расстояние между линиями уреза воды в верхнем и нижнем бьефах, м; $L_{\text{плот}}$ – длина плотины, м; t – срок эксплуатации, лет.

Уровень воды в верхнем бьефе будет зависеть от наполнения водохранилища. Уровень воды в нижнем бьефе принимаем постоянным, длину плотины – равной 4400 м, коэффициент фильтрации для песчаных грунтов – 5,2 м/сут.

Водохозяйственные расчеты выполнены для нескольких расчетных случаев:

1-го – год 75,0 %-ной обеспеченности и проектное водопотребление рыбхоза (табл. 5.29);

2-го – год 75,0 %-ной обеспеченности и среднее водопотребление и водотведение рыбхоза за 2011–2014 гг. (табл. 5.30);

3-го – год 75,0 %-ной обеспеченности, среднее водопотребление без учета экологического стока (табл. 5.31).

Анализ результатов водохозяйственного баланса без учета обязательных пусков в нижний бьеф для заказчика «Споровский» (условие затопления поймы уже учтено в экологическом стоке) указывает, что приближение гидрографа к экологически обоснованному возможно только при условии подачи воды насосной станцией. За год в целом водопотребление рыбхоза обеспечивается

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Таблица 5.29. Водохозяйственный баланс в 1-м расчетном случае, млн м³

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Естественный приток</i>												
0,76	1,88	3,02	4,61	2,65	1,49	20,23	30,16	9,46	3,05	2,23	1,22	80,76
<i>Проектный приток</i>												
0,76	1,88	3,02	4,61	2,65	1,49	20,23	30,16	9,46	3,05	2,23	1,22	80,76
<i>Сельскохозяйственное водоснабжение</i>												
0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	1,62
<i>Водопотребление рыбхоза</i>												
2,21	3,36	1,59	1,09	2,15	2,09	9,70	16,01	9,14	5,44	5,67	4,78	63,23
<i>Увлажнение сельскохозяйственных угодий</i>												
-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,29	0,33	0,18	0,91
<i>Итого водопотребление</i>												
2,34	3,50	1,72	1,23	2,29	2,21	9,84	16,14	9,39	5,86	6,14	5,10	65,76
<i>Избытки</i>												
0,00	0,00	1,30	3,38	0,36	0,00	10,39	14,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Недостатки</i>												
-1,58	-1,62	0,00	0,00	0,00	-0,72	0,00	0,00	0,00	-2,81	-3,91	-3,88	-1,58
<i>Сброс (подача воды в нижний бьеф)</i>												
-	-	-	-	-	-	8,00	15,72	-	-	-	-	-
<i>Подача воды насосной станцией</i>												
4,00	3,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00	4,00
<i>Предварительный объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	16,63	17,54	20,45	23,55	23,63	22,62	24,50	22,03	21,21	17,46	12,69	14,80
<i>Предварительный объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
17,22	18,01	20,83	23,84	23,91	22,90	25,01	22,80	22,10	18,40	13,55	13,81	17,22
<i>Расчетный объем водохранилища</i>												
16,01	17,32	19,19	22,14	23,73	23,26	23,81	23,65	22,06	19,80	15,51	13,25	16,01
<i>Расчетная площадь водохранилища, га</i>												
1254	1314	1391	1495	1543	1529	1545	1541	1492	1414	1230	1111	1254
<i>Распределение испарения, %</i>												
9,98	6,11	3,03	0,00	0,00	0,00	5,18	11,37	14,72	17,06	18,27	14,29	9,98
<i>Дополнительное испарение, мм</i>												
27,53	16,86	8,35	0,00	0,00	0,00	14,28	31,37	40,62	47,07	50,42	39,43	27,53
<i>Потери на испарение</i>												
0,35	0,22	0,12	0,00	0,00	0,00	0,22	0,48	0,61	0,67	0,62	0,44	0,35
<i>Отметка воды в водохранилище, м</i>												
151,74	151,85	152,01	152,22	152,31	152,29	152,32	152,31	152,21	152,05	151,69	151,45	151,74

Окончание табл. 5.29

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,25	0,25	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,27	0,24	0,23	0,25
<i>Уточнение потерь воды (первый этап)</i>												
<i>Объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	16,64	17,55	20,46	23,57	23,64	22,63	24,51	22,05	21,24	17,50	12,74	14,80
<i>Объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
16,63	17,54	20,46	23,57	23,64	22,63	24,51	22,04	21,23	17,49	12,73	13,19	16,63
<i>Расчетный объем водохранилища</i>												
15,71	17,09	19,00	22,01	23,60	23,13	23,57	23,28	21,64	19,36	15,11	12,97	15,71
<i>Расчетная площадь водохранилища, га</i>												
1240	1304	1383	1491	1539	1526	1538	1530	1478	1397	1210	1095	1240
<i>Распределение испарения, %</i>												
10,0	6,1	3,0	0,0	0,0	0,0	5,2	11,4	14,7	17,1	18,3	14,3	10,0
<i>Дополнительное испарение, мм</i>												
27,5	16,9	8,3	0,0	0,0	0,0	14,3	31,4	40,6	47,1	50,4	39,4	27,5
<i>Потери на испарение</i>												
0,34	0,22	0,12	0,00	0,00	0,00	0,22	0,48	0,60	0,66	0,61	0,43	0,34
<i>Отметка воды в водохранилище, м</i>												
151,71	151,83	151,99	152,21	152,31	152,28	152,30	152,29	152,18	152,02	151,65	151,42	151,71
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,27	0,24	0,22	0,24
<i>Уточнение потерь воды (второй этап)</i>												
<i>Объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	16,64	17,55	20,46	23,57	23,64	22,63	24,51	22,05	21,24	17,50	12,74	—
<i>Объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
16,64	17,55	20,46	23,57	23,64	22,63	24,51	22,05	21,24	17,50	12,74	13,20	—
<i>Водоотведение рыбхоза «Селец»</i>												
9,50	17,29	3,22	3,33	3,33	3,01	4,63	4,81	6,31	4,88	5,05	10,20	75,6
<i>Сток Ясельды ниже гидроузла</i>												
5,74	14,54	1,48	3,61	3,62	3,30	12,92	20,82	6,59	5,15	5,29	5,42	88,48
<i>Отклонение стока от расчетного</i>												
4,98	12,66	-1,53	-1,00	0,97	1,81	-7,31	-9,35	-2,87	2,10	3,06	4,21	7,72
<i>Экологический сток</i>												
0,37	0,86	1,30	2,49	1,42	0,73	17,36	25,80	8,05	1,41	1,02	0,49	61,30
<i>Отклонение стока от экологического</i>												
5,37	13,69	0,18	1,12	2,20	2,56	-4,44	-4,98	-1,46	3,74	4,27	4,93	27,18

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Таблица 5.30. Водохозяйственный баланс во 2-м расчетном случае, млн м³

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Естественный приток</i>												
0,76	1,88	3,02	4,61	2,65	1,49	20,23	30,16	9,46	3,05	2,23	1,22	80,76
<i>Проектный приток</i>												
0,76	1,88	3,02	4,61	2,65	1,49	20,23	30,16	9,46	3,05	2,23	1,22	80,76
<i>Сельскохозяйственное водоснабжение</i>												
0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	1,62
<i>Водопотребление рыбхоза</i>												
2,72	2,89	3,99	3,22	3,22	3,70	5,84	4,71	5,46	4,19	4,11	2,94	46,98
<i>Увлажнение сельскохозяйственных угодий</i>												
–	–	–	–	–	–	–	–	0,11	0,29	0,33	0,18	0,91
<i>Итого водопотребление</i>												
2,85	3,03	4,12	3,36	3,36	3,82	5,98	4,84	5,71	4,61	4,58	3,26	49,51
<i>Избытки</i>												
0,00	0,00	0,00	1,26	0,00	0,00	14,25	25,33	3,75	0,00	0,00	0,00	44,58
<i>Недостатки</i>												
–2,09	–1,15	–1,10	0,00	–0,71	–2,33	0,00	0,00	0,00	–1,56	–2,35	–2,04	–13,33
<i>Сброс (подача воды в нижний бьеф)</i>												
–	–	–	–	–	–	13,68	18,19	5,00	–	–	–	36,87
<i>Подача воды насосной станцией</i>												
4,00	3,00	2,80	–	–	–	–	–	–	–	–	0,95	10,75
<i>Предварительный объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	16,12	17,50	18,82	19,81	18,84	16,25	16,39	22,82	20,67	18,18	14,92	–
<i>Предварительный объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
16,71	17,97	19,20	20,08	19,11	16,51	16,82	23,53	21,56	19,11	15,83	13,82	–
<i>Расчетный объем водохранилища</i>												
15,75	17,05	18,35	19,45	19,46	17,67	16,54	19,96	22,19	19,89	17,00	14,37	–
<i>Расчетная площадь водохранилища, га</i>												
1242	1302	1357	1401	1401	1329	1279	1420	1496	1417	1300	1172	–
<i>Распределение испарения, %</i>												
9,98	6,11	3,03	0,00	0,00	0,00	5,18	11,37	14,72	17,06	18,27	14,29	–
<i>Дополнительное испарение, мм</i>												
27,53	16,86	8,35	0,00	0,00	0,00	14,28	31,37	40,62	47,07	50,42	39,43	276
<i>Потери на испарение</i>												
0,34	0,22	0,11	0,00	0,00	0,00	0,18	0,45	0,61	0,67	0,66	0,46	3,69
<i>Отметка воды в водохранилище, м</i>												
151,71	151,83	151,94	152,03	152,03	151,89	151,79	152,07	152,22	152,06	151,83	151,57	–

Окончание табл. 5.30

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,28	0,27	0,25	0,23	3,11
<i>Уточнение потерь воды (первый этап)</i>												
<i>Объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	16,13	17,51	18,84	19,83	18,85	16,27	16,41	22,84	20,70	18,22	14,97	–
<i>Объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
16,12	17,51	18,83	19,82	18,85	16,27	16,41	22,83	20,69	18,21	14,96	13,18	–
<i>Расчетный объем водохранилища</i>												
15,46	16,82	18,17	19,33	19,34	17,56	16,34	19,62	21,77	19,45	16,59	14,07	–
<i>Расчетная площадь водохранилища, га</i>												
1227	1291	1350	1396	1396	1324	1269	1407	1483	1401	1281	1156	–
<i>Распределение испарения, %</i>												
10,0	6,1	3,0	0,0	0,0	0,0	5,2	11,4	14,7	17,1	18,3	14,3	–
<i>Дополнительное испарение, мм</i>												
27,5	16,9	8,3	0,0	0,0	0,0	14,3	31,4	40,6	47,1	50,4	39,4	276
<i>Потери на испарение</i>												
0,34	0,22	0,11	0,00	0,00	0,00	0,18	0,44	0,60	0,66	0,65	0,46	3,65
<i>Отметка воды в водохранилище, м</i>												
151,68	151,81	151,93	152,02	152,02	151,88	151,77	152,04	152,19	152,03	151,79	151,54	–
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,28	0,27	0,25	0,23	3,09
<i>Уточнение потерь воды (второй этап)</i>												
<i>Объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	16,13	17,51	18,84	19,83	18,85	16,27	16,41	22,84	20,70	18,22	14,97	–
<i>Объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
16,13	17,51	18,84	19,83	18,85	16,27	16,41	22,84	20,70	18,22	14,97	13,19	–
<i>Водоотведение рыбхоза «Селец»</i>												
4,44	4,31	3,83	2,72	2,10	2,67	3,53	4,18	2,83	2,29	1,94	2,92	37,8
<i>Сток Ясельды ниже гидроузла</i>												
0,68	1,56	1,29	2,99	2,37	2,93	17,46	22,64	8,11	2,56	2,19	2,20	66,97
<i>Отклонение стока от расчетного</i>												
–0,08	–0,32	–1,72	–1,63	–0,28	1,44	–2,77	–7,53	–1,35	–0,49	–0,04	0,99	–13,79
<i>Экологический сток</i>												
0,37	0,86	1,30	2,49	1,42	0,73	17,36	25,80	8,05	1,41	1,02	0,49	61,30
<i>Отклонение стока от экологического</i>												
0,31	0,71	–0,01	0,50	0,95	2,20	0,11	–3,16	0,05	1,15	1,17	1,71	5,67

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Таблица 5.31. Водохозяйственный баланс в 3-м расчетном случае, млн м³

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Естественный приток</i>												
0,76	1,88	3,02	4,61	2,65	1,49	20,23	30,16	9,46	3,05	2,23	1,22	80,76
<i>Проектный приток</i>												
0,76	1,88	3,02	4,61	2,65	1,49	20,23	30,16	9,46	3,05	2,23	1,22	80,76
<i>Сельскохозяйственное водоснабжение</i>												
0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,14	1,62
<i>Водопотребление рыбхоза</i>												
2,21	3,36	1,59	1,09	2,15	2,09	9,70	16,01	9,14	5,44	5,67	4,78	63,23
<i>Увлажнение сельскохозяйственных угодий</i>												
–	–	–	–	–	–	–	–	0,11	0,29	0,33	0,18	0,91
<i>Итого водопотребление</i>												
2,34	3,50	1,72	1,23	2,29	2,21	9,84	16,14	9,39	5,86	6,14	5,10	65,76
<i>Избытки</i>												
0,00	0,00	1,30	3,38	0,36	0,00	10,39	14,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Недостатки</i>												
–1,58	–1,62	0,00	0,00	0,00	–0,72	0,00	0,00	0,00	–2,81	–3,91	–3,88	–1,58
<i>Сброс (подача воды в нижний бьеф)</i>												
–	–	–	–	–	–	4,00	4,02	–	–	–	–	8,02
<i>Подача воды насосной станцией</i>												
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,00
<i>Предварительный объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	12,67	10,67	11,67	14,83	14,95	13,99	19,94	29,15	28,23	24,35	19,40	–
<i>Предварительный объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
13,22	11,06	11,96	15,05	15,19	14,22	20,38	29,94	29,22	25,42	20,44	15,52	–
<i>Расчетный объем водохранилища</i>												
14,01	11,86	11,32	13,36	15,01	14,59	17,18	24,94	29,19	26,82	22,40	17,46	–
<i>Расчетная площадь водохранилища, га</i>												
1153	1029	994	1117	1205	1183	1308	1577	1677	1624	1503	1320	–
<i>Распределение испарения, %</i>												
9,98	6,11	3,03	0,00	0,00	0,00	5,18	11,37	14,72	17,06	18,27	14,29	–
<i>Дополнительное испарение, мм</i>												
27,53	16,86	8,35	0,00	0,00	0,00	14,28	31,37	40,62	47,07	50,42	39,43	275,92
<i>Потери на испарение</i>												
0,32	0,17	0,08	0,00	0,00	0,00	0,19	0,49	0,68	0,76	0,76	0,52	3,98

Окончание табл. 5.31

Месяц												Год
IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Отметка воды в водохранилище, м</i>												
151,53	151,28	151,21	151,46	151,64	151,59	151,84	152,38	152,60	152,49	152,23	151,87	–
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,23	0,21	0,21	0,23	0,24	0,24	0,25	0,29	0,31	0,30	0,28	0,26	3,06
<i>Уточнение потерь воды (первый этап)</i>												
<i>Объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	12,68	10,68	11,68	14,84	14,96	14,00	19,96	29,18	28,26	24,39	19,45	–
<i>Объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
12,67	10,67	11,68	14,84	14,96	14,00	19,95	29,17	28,25	24,38	19,44	14,79	–
<i>Расчетный объем водохранилища</i>												
13,74	11,68	11,18	13,26	14,90	14,48	16,98	24,56	28,71	26,32	21,91	17,12	–
<i>Расчетная площадь водохранилища, га</i>												
1138	1017	986	1111	1199	1178	1299	1567	1667	1612	1487	1305	–
<i>Распределение испарения, %</i>												
10,0	6,1	3,0	0,0	0,0	0,0	5,2	11,4	14,7	17,1	18,3	14,3	–
<i>Дополнительное испарение, мм</i>												
27,5	16,9	8,3	0,0	0,0	0,0	14,3	31,4	40,6	47,1	50,4	39,4	275,92
<i>Потери на испарение</i>												
0,31	0,17	0,08	0,00	0,00	0,00	0,19	0,49	0,68	0,76	0,75	0,51	3,94
<i>Отметка воды в водохранилище, м</i>												
151,50	151,26	151,20	151,45	151,63	151,58	151,82	152,36	152,58	152,46	152,20	151,84	–
<i>Фильтрация из водохранилища</i>												
0,23	0,21	0,21	0,23	0,24	0,24	0,25	0,29	0,31	0,30	0,28	0,25	3,04
<i>Уточнение потерь воды (второй этап)</i>												
<i>Объем водохранилища на начало расчетного интервала</i>												
14,80	12,68	10,68	11,68	14,84	14,96	14,00	19,96	29,18	28,26	24,39	19,45	–
<i>Объем водохранилища на конец расчетного интервала</i>												
12,68	10,68	11,68	14,84	14,96	14,00	19,96	29,18	28,26	24,39	19,45	14,80	–
<i>Водоотведение рыбхоза «Селец»</i>												
9,50	17,29	3,22	3,33	3,33	3,01	4,63	4,81	6,31	4,88	5,05	10,20	75,6
<i>Сток Ясельды ниже гидроузла</i>												
9,73	17,50	3,43	3,56	3,57	3,25	8,88	9,12	6,62	5,18	5,33	10,45	86,62
<i>Отклонение стока от расчетного</i>												
8,97	15,62	0,41	-1,06	0,92	1,76	-11,35	-21,04	-2,84	2,13	3,10	9,24	5,86

полностью, однако перераспределение стока внутри года приводит к значительным экологическим последствиям.

Для 3-го расчетного случая (см. табл. 5.31) сток реки ниже гидроузла трансформирован и даже попуски в марте–апреле в размере 8,02 млн м³ не могут значительно скорректировать гидрограф реки.

5.7. Пруды

Малые водохранилища объемом менее 1 млн м³ относятся к *прудам*, но главное различие между ними заключается в том, что сброс воды из прудов в отличие от водохранилищ, как правило, не регулируется и происходит автоматически после достижения уровнем воды отметки водосброса. Пруды используют для аккумуляирования вод весеннего половодья с последующей сработкой емкости для целей увлажнения сельхозугодий, естественного рыбоборазведения и противопожарных целей. Их месторасположение обусловлено топографическими, гидрологическими, инженерно-геологическими условиями, близостью расположения увлажняемого участка, условиями наполнения и подачи воды на увлажнение земель [214].

Начало регулирования местного стока прудами уходит в глубину веков. Впервые они упоминаются в Статуте Великого Княжества Литовского 1588 года. В XVIII в. пруды строили в крупных поместьях для целей рекреации и выращивания рыбы. С начала XX в. в ряде мест было сооружено большое количество мельничных прудов. Часто один мельничный пруд приходился в среднем на 4–5 км русла малой реки. Строительство прудов стало особенно интенсивно развиваться в 1970–90-е годы в связи с задачами комплексного использования местного стока в первую очередь для орошения. Использование для этих целей незарегулированных водотоков осложняется неравномерностью стока в году: половодье проходит весной, когда нет потребности в воде, а в межень, когда вода нужна для полива, реки имеют небольшой сток или вообще пересыхают. В этих условиях регулирование стока водотоков путем аккумуляции его в водохранилищах разного размера представляет единственно возможный путь обеспечения необходимого запаса воды [67].

В основу водохозяйственного районирования прудового фонда Беларуси положены следующие показатели: удельная водообеспеченность бассейна, относительная емкость прудов в год 95,0 %-ной обеспеченности стока, средняя густота прудов, их современное использование, способ создания, месторасположение прудов, их размер. При этом учтены исторические особенности динамики прудового фонда бассейнов, отражающие природно-хозяйственные предпосылки их создания.

В основу водохозяйственного районирования положен бассейновый принцип. Выделено пять районов, каждый из которых охватывает водосбор одной из пяти рек. В каждом районе выделены еще подрайоны (табл. 5.32). Пятый район занимает бассейн р. Припяти (V): удельная обеспеченность стоком в бассейне —